

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of	:	
	:	
Yu-Chuan KUO et al.	:	Group Art Unit: Not Yet Assigned
	:	
Application No.: Not Yet Assigned	:	Examiner: Not Yet Assigned
	:	
Filed: January 16, 2004	:	

**For: METHOD FOR PRODUCING ENHANCED-RESOLUTION IMAGE BY USE OF
A PLURALITY OF LOW-RESOLUTION IMAGES**

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

Assistant Commissioner of Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450


Sir:

Pursuant to the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55, Applicant
claims the right of priority based upon **Chinese Application No. 092103612 filed
February 21, 2003.**

A certified copy of Applicant's priority document is submitted herewith.

Respectfully submitted,

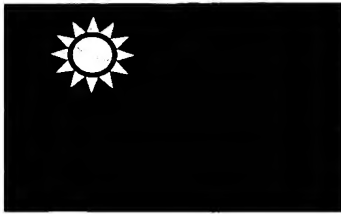
By:



Bruce H. Troxell
Reg. No. 26,592

TROXELL LAW OFFICE PLLC
5205 Leesburg Pike, Suite 1404
Falls Church, Virginia 22041
Telephone: (703) 575-2711
Telefax: (703) 575-2707

Date: January 16, 2004



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 02 月 21 日
Application Date

申請案號：092103612
Application No.

申請人：英華達股份有限公司
Applicant(s)

局長
Director-General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 5 月 29 日
Issue Date

發文字號：09220533680
Serial No.

申請日期： 92.2.21	IPC分類
申請案號： 092/036/2	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	藉由多張低解析度影像產生高解析度影像之方法
	英文	METHOD FOR PRODUCING ENHANCED-RESOLUTION IMAGE BY USE OF A PLURALITY OF LOW-RESOLUTION IMAGES.
二、 發明人 (共4人)	姓名 (中文)	1. 郭又銓 2. 陳建宇 3. 傅楸善
	姓名 (英文)	1. 2. 3.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 ROC 2. 中華民國 TW 3. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 台北市士林區天母西路26號7樓 2. 台北市文山區興業里23鄰辛亥路五段124巷18號三樓 3. 台北縣樹林市山佳里5鄰新興街19巷2弄26號4樓
	住居所 (英文)	1. 2. 3.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	1. 英華達股份有限公司
	名稱或 姓名 (英文)	1. Inventec Appliances Corp.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 ROC
	住居所 (營業所) (中文)	1. 248台北縣五股鄉五股工業區五工五路37號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1.
	代表人 (中文)	1. 葉國一
	代表人 (英文)	1.



申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人 (共4人)	姓 名 (中 文)	4. 高朝陽
	姓 名 (英 文)	4.
	國 籍 (中 英 文)	4. 中華民國 TW
	住 居 所 (中 文)	4. 台北市士林區忠誠路一段135號11樓
	住 居 所 (英 文)	4.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓 名 (中 文)	
	名稱或 姓 名 (英 文)	
	國 籍 (中 英 文)	
	住 居 所 (營 業 所) (中 文)	
	住 居 所 (營 業 所) (英 文)	
	代 表 人 (中 文)	
	代 表 人 (英 文)	



四、中文發明摘要 (發明名稱：藉由多張低解析度影像產生高解析度影像之方法)

本發明係提供一種具有改良的高解析度邏輯並重建高解析度影像之方法。根據本發明之方法係基於反覆修正法，並且應用預測的初期插補技術、健全的影像套合、自動化的影像選擇，進一步可再施以影像品質提昇的後處理。根據本發明之方法，可藉由關於靜態景象之序列影像快速重建高解析度影像，亦可藉由關於動態物體之序列影像快速重建高解析度影像。

本發明之代表為第一圖。第一圖中標號說明如下：

S10~S24：流程步驟

六、英文發明摘要 (發明名稱：METHOD FOR PRODUCING ENHANCED-RESOLUTION IMAGE BY USE OF A PLURALITY OF LOW-RESOLUTION IMAGES)

The invention is to provide a method that reconstructs enhanced-resolution images with improved super-resolution algorithms, which is based on an iterative method and employs our suggested initial interpolation, robust image registration, automatic image selection, and further image enhancement post-processing. According to the method of the invention, the



四、中文發明摘要 (發明名稱：藉由多張低解析度影像產生高解析度影像之方法)

六、英文發明摘要 (發明名稱：METHOD FOR PRODUCING ENHANCED-RESOLUTION IMAGE BY USE OF A PLURALITY OF LOW-RESOLUTION IMAGES)

reconstruction of enhanced-resolution image can be quickly achieved not only by low-resolution image sequences associated with a moving object but also by low-resolution image sequences associated with a stationary scene.



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐熟習該項技術者易於獲得,不須寄存。



五、發明說明 (1)

一、發明所屬之技術領域

本發明係關於一種影像處理方法，特別是關於藉由多張低解析度(low-resolution)影像產生高解析度(Enhanced-resolution)影像之方法。相關技術背景，請參考以下所列之文獻：

- [1] M. Irani and S. Peleg, "Improving Resolution by Image Registration," CVGIP: Graphical Models and Image Proc., 1991, Vol. 53, pp. 231-239 ;
- [2] R. Y. Tsai and T. S. Huang, "Multiframe Image Restoration and Registration," in Advances in Computer Vision and Image Processing, Vol. 1 (T. S. Huang, ed.), Greenwich, CT: Jai Press, 1984, pp. 317-339 ;
- [3] P. Cheeseman, B. Kanefsky, R. Kruft, J. Stutz, and R. Hanson, "Super-Resolved Surface Reconstruction from Multiple Images," NASA Technical Report FIA-94-12, 1994 ;
- [4] A. M. Tekalp, M. K. Ozkan, and M. I. Sezan, "High-Resolution Image Reconstruction for Lower-Resolution Image Sequences and Space-Varying Image Restoration," IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, San Francisco, CA, 1992, Vol. III, pp. 169-172 ;
- [5] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image



五、發明說明 (2)

Processing, Addison-Wesley, Reading, MA, 1992 ;

[6] W. K. Pratt, Digital Image Processing, 2nd Ed., Wiley, New York, 2001 ;

[7] 美國專利公告號第6,330,344號專利；以及

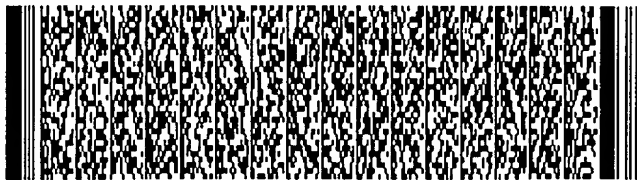
[8] 美國專利公告號第5,969,848號專利。

二、先前技術

由於環境的限制以及影像感測器的解析度，某些時候僅能擷取到低解析度的影像。為了要改善人眼所見的影像品質以及解析度，則需要輸入一張以上的影像做處理。藉由序列的影像，較差品質的模糊場景、朦朧的圖形或不清晰的物體可以藉由重建(Reconstruction)直至輸出超高解析度的影像，進而讓人眼能容易觀察、辨識。

關於提昇解藉由多張低解析度影像重建成高解析度影像的先前技術主要可區分為：反覆修正法(Iterative methods)[1]、頻域法(Frequency domain methods)[2]以及貝氏統計法(Bayesian statistical methods)[3]。上述各類方法中，目前仍以Irani[1]於西元1991年所發展出使用影像套合(Image registration)重建超高解析度影像的反覆修正邏輯最為可靠。反覆修正法主要是由三個階段所組成，該三個階段係初期猜測階段、影像處理階段以及重建處理階段。關於反覆修正法各階段詳細流程，將於實施方式中一併做詳細描述，在此不做贅述。

然而，值得注意的是，運用反覆修正法重建出高解析



五、發明說明 (3)

度影像，並且當放大參數(Magnification factor)或重建影像尺寸較大時，需耗費較長的運算時間。就典型的案例，運用反覆修正法重建高解析度影像所耗費的運算時間多以小時計，並且有賴機器效能而定。

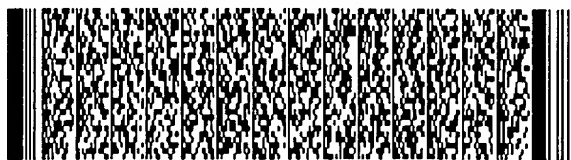
因此，本發明之一目的即在提出一種具有改良的高解析度演算邏輯並重建高解析度影像的技術。該技術係基於反覆修正法，並且應用預測的初期插補技術、自動化的影像選擇、健全的影像套合，進一步可再施以影像品質提昇的後處理。

有鑑於以往重建高解析度影像的系統，皆是當移動靜態相機對整體景象拍攝得到具有相同位移序列影像時，該系統才可運作完善。因此，本發明之另一目的即在提出一種重建高解析度影像的技術，除了針對靜態景象攝得到具有相同位移序列影像能運作完善外，亦可針對目標係針對相對於靜態攝影機的移動物體所產生的序列影像，完善地重建出高解析度影像。

三、發明內容

本發明之一目的即在提出一種具有改良的高解析度演算邏輯並重建高解析度影像的技術。該技術係基於反覆修正法，並且應用預測的初期插補技術、自動化的影像選擇、健全的影像套合，進一步可再施以影像品質提昇的後處理。

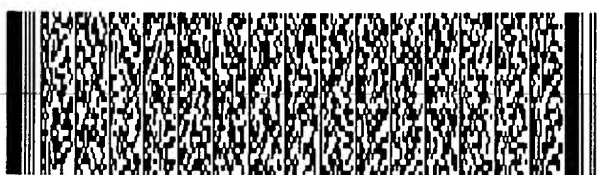
本發明之另一目的即在提出一種重建高解析度影像的



五、發明說明 (4)

技術，除了針對靜態景象攝得到具有相同位移序列影像能運作完善外，亦可針對目標係針對相對於靜態攝影機的移動物體所產生的序列影像，完善地重建出高解析度影像。

根據本發明之一種影像處理方法，該方法係利用M張低解析度的第一影像用以產生一高解析度影像。該M張第一影像皆係關於一景象，並且每張第一影像係由一組均勻取樣並量子化的像素所代表。該高解析度影像與該M張第一影像之間存有一放大參數之關係。根據本發明之方法，首先儲存該M張第一影像。接著，從該M張第一影像中選取一張影像做為一雛形影像，該(M-1)張未被選作雛形影像的第一影像歸為(M-1)張第二影像。隨後，基於該放大參數，對該雛形影像插入額外的像素，並且根據每一額外像素之鄰近像素之值推算出每一額外像素之值，進而產生一經插補的雛形影像，並且計算出該(M-1)張第二影像分別與該經插補的雛形影像之間存有的二維平移量。接著，將該(M-1)張第二影像與該經插補的雛形影像之間存有的二維平移量分別除以該放大參數並求得餘數組，並將被算出相同餘數組之第二影像經一準則從中選取一張第二影像與其他被算出不同餘數組之第二影像歸為N張第三影像，其中N等於或小於(M-1)。隨後，根據該N張第三影像與該經插補的雛形影像存有之個別的二維平移量對該經插補的雛形影像經縮小取樣，進而產生N張第四影像，該N張第四影像中每一張第四影像係對應該N張第三影像中之一張第三影像。接著，計算該N張第三影像中每一張第三影像與其



五、發明說明 (5)

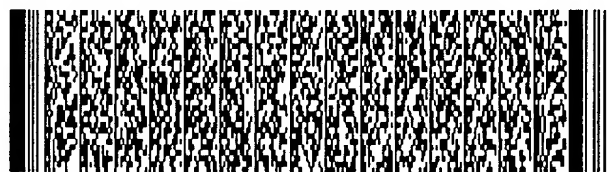
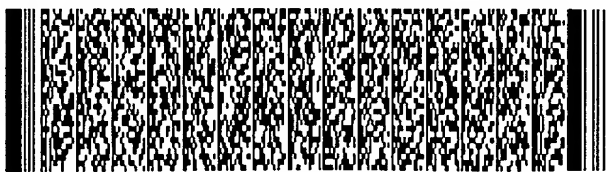
對應之第四影像之差。隨後，根據該N張第三影像與其對應之第四影像之差的平均值修正該離形影像之像素的值。最後，重複縮小取樣的步驟至根據差值修正該離形影像之像素的值的步驟，直至該經插補的離形影像之像素的值收斂至一符合要求的結果為止。該像素值收斂至符合要求結果的離形影像即為該高解析度影像。

關於本發明之優點與精神可以藉由以下的發明詳述及所附圖式得到進一步的瞭解。

四、實施方式

本發明係提供一種具有改良的高解析度邏輯並重建高解析度影像之方法。根據本發明之方法係基於反覆修正法，並且應用預測的初期插補技術、自動化的影像選擇、健全的影像套合，進一步可再施以影像品質提昇的後處理。以下將詳述本發明之方法流程以及較佳具體實施例，藉以充分說明本發明之特徵、精神及優點，並且說明本發明如何可藉由關於靜態景象之序列影像快速重建高解析度影像，以及可藉由關於動態物體之序列影像快速重建高解析度影像。

請見第一圖所示之根據本發明之方法流程。需先行說明的是，根據本發明之方法係利用M張低解析度的第一影像用以產生一高解析度影像，該M張第一影像皆係關於同一景象。該M張第一影像之每一影像係由一組均勻取樣並量子化的像素(Pixel)所代表，該高解析度影像與該M張第



五、發明說明 (6)

一 影像之間存有一放大參數之關係。

根據本發明之方法，首先執行步驟S10，儲存該M張第一影像。

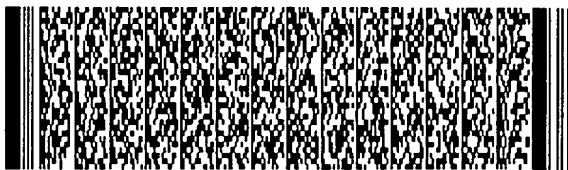
接著執行步驟S12，從該M張第一影像中選取一張影像做為一雛形影像(Prototype image)，該(M-1)張未被選作雛形影像的第一影像即歸為(M-1)張第二影像。

隨後執行步驟S14，基於該放大參數，對該雛形影像插入額外的像素，並且根據每一額外像素之鄰近像素之值推算出每一額外像素之值，進而產生一經插補的(Interpolated)雛形影像，亦即執行初期猜測階段。於步驟S14中，並且計算出該(M-1)張第二影像分別與該經插補的雛形影像之間存有的二維平移量(Translation)。

接著執行步驟S16，將該(M-1)張第二影像與該經插補的雛形影像之間存有的二維平移量分別除以該放大參數，並且求得餘數組。於步驟S16中，並且執行自動化的影像選擇，將被算出相同餘數組之第二影像經一準則從中選取一張第二影像與其他被算出不同餘數組之第二影像歸為N張第三影像，其中N等於或小於(M-1)。

隨後執行步驟S18，根據該N張第三影像與該經插補的雛形影像存有之個別的二維平移量對該經插補的雛形影像經縮小取樣(Down-sampling)，進而產生N張第四影像，其中該N張第四影像中每一張第四影像係對應該N張第三影像中之一張第三影像。

接著執行步驟S20，計算該N張第三影像中每一張第三



五、發明說明 (7)

影像與其對應之第四影像之差。

隨後執行步驟S22，根據該N張第三影像與其對應之第四影像之差的平均值修正該離形影像之像素的值。

最後執行步驟S24，即判斷該經插補的離形影像之像素的值收斂至一符合要求的結果，若判斷結果為否定則重複步驟S18至步驟S22。該像素值收斂至符合要求結果的離形影像即為該高解析度影像。

於一具體實施例中，步驟S18係根據下列公式進行：

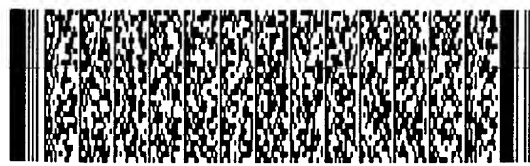
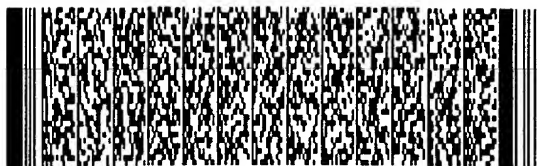
$$g_k^{(n)} = (T_k(f^{(n)}) \bullet h) \downarrow s$$

其中， $g_k^{(n)}$ 為第n次縮小取樣之第k張第四影像， $f^{(n)}$ 為經第n次處理的離形影像，h為由點擴散函數(Point-spread-function)所定義的模糊化(Blurring)運算元， T_k 為根據第k張第三影像與該經插補的離形影像存有之二維平移量所做的轉換(Transformation)運算元， $\downarrow s$ 為縮小取樣運算元。

於一具體實施例中，步驟S18及步驟S22係根據下列公式執行：

$$f^{(n+1)} = f^{(n)} + \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K T_k^{-1}(((g_k - g_k^{(n)}) \uparrow s) \bullet p)$$

其中， $f^{(n)}$ 為經第n次修正後之離形影像，K為計算與第四影像差值之第三影像的總張數， g_k 為第k張第三影像，p為



五、發明說明 (8)

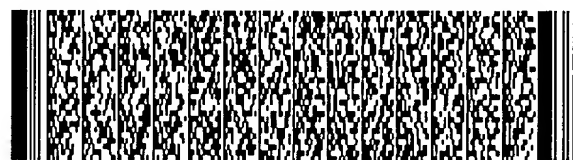
去模糊化運算元(De-blurring)， T_k^{-1} 為根據第k張第三影像與該經插補的離形影像存有之二維平移量所做的反轉換運算元， $\uparrow s$ 為放大取樣(Up-sampling)運算元。

運用反覆修正法重建高解析度影像時，初期猜測階段會大幅影響的效能，並且若是應用較佳的初期猜測，將可節省大量的運算時間。因為，初期猜測僅在方法流程開始時執行一次，所以整體反覆修正法的複雜度並不依賴初期猜測階段的複雜度，而初期猜測階段的複雜度係基於插補技術而來。不同次項插補技術的差異在於其採用不同數目鄰近的像素做為推算過程中的計算。以下以三次項插補技術(Third order interpolation)為例，做為說明。

三次項插補技術，或稱為立方(Cubic)插補技術，係考量四個未知變數。假設插補函數為

$y=f_3(x)=ax^3+bx^2+cx+d$ ，並且已知的鄰近像素包括 $(-1, A)$ 、 $(0, B)$ 、 $(1, C)$ 以及 $(2, D)$ ，則推導出下列公式：

$$\begin{pmatrix} A \\ B \\ C \\ D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 8 & 4 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$



五、發明說明 (9)

$$\Rightarrow \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 8 & 4 & 2 & 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} A \\ B \\ C \\ D \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -0.1667 & 0.5 & -0.5 & 0.1667 \\ 0.5 & -1 & 0.5 & 0 \\ -0.3333 & -0.5 & 1 & -0.1667 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

再以第二A圖及第二B圖做為說明。如第二A圖所示，為了推算一二維影像中像素P的值，A'、B'、C'以及D'先行計算。A1、B1、C1以及D1已知的值則運用來決定三次項插補函數 $f_3(x)$ 的係數。隨後，A'運用一維插補技術內插而得。相類似地，B'、C'以及D'係根據 $i=2、3$ 以及4時之 $A_i、B_i、C_i$ 以及 D_i 推算而得。最後像素P的值依圖中垂直方向以一維技術計算而得。如第二B圖所示，一維三次項插補技術係以A'、B'、C'以及D'已知的值來決定像素P的值。

相類似地，其他次項插補在二維插補演算邏輯中，同樣地可解出函數 $f_n(x)$ 的係數。經由實驗評估，可以觀察到不同次項插補技術造成不同初期猜測的影像以及影像品質隨著反覆修正次數增加的收斂速率。由於初期猜測階段影響影像套合的效能極深，並且影響達到峰值影像結果所需的必要反覆修正次數，因此藉由選擇較適當的次項插補技術，可以得到反覆修正法的最佳效果。藉由量測原始影像與從低解析度序列重建的影像之間訊號雜訊比峰值



五、發明說明 (10)

(Peak Signal-to-Noise Ratio, PSNR)，可以評估運用不同次項插補技術隨後對高解析度演算邏輯的效能，如第三圖所示。藉由第三圖可以清楚看出，如果將複雜度及重建的影像品質接做考量的話，三次項插補技術為不同次項插補技術中的最佳選擇。在此，根據本發明之方法僅僅引用一次項插補技術(First order interpolation)，或三次項插補技術，或五次項插補技術(Fifth order interpolation)。

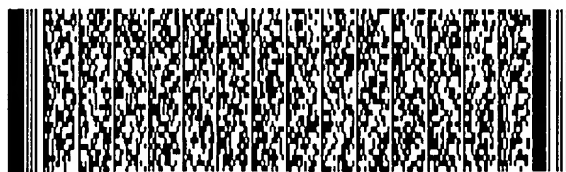
於一具體實施例中，該(M-1)張第二影像係關於移動物體的低解析度序列影像，步驟S16中第i張第二影像與該經插補的離形影像之間的二維平移量(LT_i)係依照下列步驟計算：

(a) 於第i張第二影像上指定至少一關注點(Interesting point, $P_i(x, y)$)，每一關注點係對應一局部視窗區(Local Window, ω)並且對應至該經插補的離形影像上之一對應點(u, v)；

(b) 根據下列公式，計算出每一關注點 $P_i(x, y)$ 與其對應點(u, v)間之絕對差值($LAD_i(x, y; u, v)$)：

$$LAD_i(x, y; u, v) = \sum_{(m, n) \in \omega} |I_i(x+m, y+n) - I_o(u+m, v+n)|$$
 ;

(c) 根據下列公式，計算出步驟(c-2)中之絕對差值($LAD_i(x, y; u, v)$)之極小值($LR_i(x, y)$)：



五、發明說明 (11)

$$LR_i(x, y) = \arg \min_{(u, v)} LAD_i(x, y; u, v) ;$$

(d) 根據下列公式，計算出關於每一關注點 $P_i(x, y)$ 之二維平移量：

$$LT_i(x, y) = LR_i(x, y) - (x, y) \cdot \text{放大參數}。$$

在此具體實施例中，為了得到較為準確的影像套合並且隨後重建出移動物體的高解析度，根據本發明之方法係在下列限制下挑選出關注點：

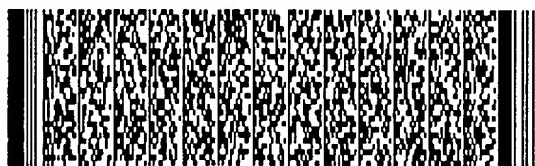
- 關注點處的灰度應該高於一門檻值；
- 低解析度影像上的每一關注點，其對應至模擬高解析度影像上對應點處的複雜度應該高過周遭的複雜度；
- 關注點與其對應點間的二維平移量不應該為零。

上述的技術亦可稱為局部匹配(Local matching)技術，如第四A圖所示。

於一具體實施例中，該 $(M-1)$ 張第二影像係關於靜態景象的低解析度序列影像，步驟S16中第 i 張第二影像與該經插補的離形影像之間的二維平移量(LT_i)係依照下列步驟計算：

(a) 根據下列公式，計算出第 i 張第二影像整體影像內之絕對差值($GAD(u, v)$)：

$$GAD_i(u, v) = \sum_{(x, y) \in i} |I_i(x, y) - I_o(u + x, v + y)| ,$$



五、發明說明 (12)

(u, v) 為第 i 張第二影像之一起始點對應至該經插補的離形影像之一對應位置點；

(b) 根據下列公式，計算出步驟(c-1)中之絕對差值

($GAD(u, v)$) 之極小值($GR(i)$)：

$$GR(i) = \arg \min_{(u, v)} GAD_i(u, v)$$

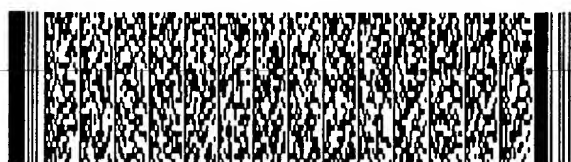
，並且 $GR(i)$ 即為 LT_i 。

上述的技術亦可稱為整體匹配(Global matching)技術，如第四B圖所示。

上述步驟S16中，執行自動化的影像選擇的目的係在於將有用的低解析度影像挑選出來，進而做後續的影像處理。如此作法，將減少不必要的運算，以加速高解析度影像重建的過程。針對關於靜態景象的低解析度序列影像，以及關於動態物體的低解析度序列影像，挑選有用的地解析度影像的準則將有所不同，以下將分別做說明。

於一具體實施例中，該(M-1)張第二影像係關於移動物體的低解析度序列影像，步驟S16中該準則為：兩第二影像(i及j)具有相同餘數組，並且 $(u_i, v_i) = T_i$ ， $(u_j, v_j) = T_j$ ，若 $GAD_i(u_i, v_i) < GAD_j(u_j, v_j)$ ，則選第二影像i。

於一具體實施例中，該(M-1)張第二影像係關於靜態景象的低解析度序列影像，步驟S16中該準則為：兩第二影像(i及j)具有相同餘數組，並且 $(u_i, v_i) = T_i$ ， $(u_j, v_j) = T_j$ ，



五、發明說明 (13)

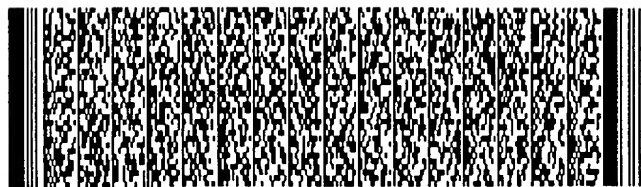
若 $\sigma_i^2 < \sigma_j^2$ ，則選第二影像 i ，其中 $\{LT_i(x,y) | (x,y) \in I_i\}$ 的變異度係定義為 $\sigma_i^2 = \sigma_{xi}^2 + \sigma_{yi}^2$ ，符號 σ_{xi}^2 及 σ_{yi}^2 係分別沿著 j 軸及 y 軸之二維平移量的變異度。

請見第一表所示，第一表係列出應用本發明之影像處理系統其運算效能之一案列結果。該案例係利用五張 62×62 低解析度影像，並基於放大參數為 3，系統配備為 Intel Pentium III 的中央處理器以及 128MB 記憶體。第一表並且列出有自動影像挑選以及無自動影像挑選的結果。

第一表

		運算時間 (秒)	PSNR(db)
局部匹配技術	有挑選影像	155.4	26.78
	無挑選影像	582.4	26.66
整體匹配技術	有挑選影像	75.8	26.78
	無挑選影像	496.2	26.66

從第一表所列的結果可以明顯看出，根據本發明所提供的自動影像挑選流程，可以大幅縮短系統的運算時間。以下將舉根據本發明之方法重建高解析度影像的實例，佐



五、發明說明 (14)

以證明運用本發明之效能。

請見第五A圖至第五D圖所示，第五A圖係低解析度序列影像中之一幀影像。第五B圖係經過初期猜測階段後之結果。第五C圖係經過反覆修正100次後之結果。第五D圖係高解析度影像重建後進一步經過高通過濾，讓影像具有較為犀利的邊緣。

請見第六A圖至第六D圖所示，該案例係取一影像做為一原始靜態景象，並以一相機縮小取像拍攝取得序列影像。相機攝取每張影像之起始位置有所不同，亦即相對於原始靜態景象相機有移動位置。隨後根據本發明之方法，重建出放大參數為4的高解析度影像。第六A圖係低解析度序列影像中之一幀影像。第六B圖係經過初期猜測階段後之結果。第六C圖係經過反覆修正100次後之結果。第六D圖係高解析度影像重建後進一步經過後續影像處理之結果。本案例隨著反覆修正次數的增加其輸出影像的PSNR值快速收斂，亦足以證明用運根據本發明之方法的效能極佳，其結果請見第七圖所示。

請見第八A圖至第八D圖所示，該案例係關於移動物體之低解析度序列影像做高解析度影像重建，每一幀影像中物體有些微的移動，背景著保持不動。此案例之放大參數為2。第八A圖係低解析度序列影像中之一幀影像。第八B圖係經過初期猜測階段後之結果。第八C圖係經過反覆修正100次後之結果。第八D圖係高解析度影像重建後進一步經過後續影像處理之結果。從第八A圖至第八D圖可清楚地

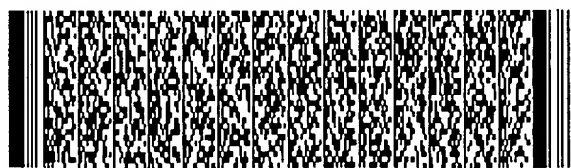
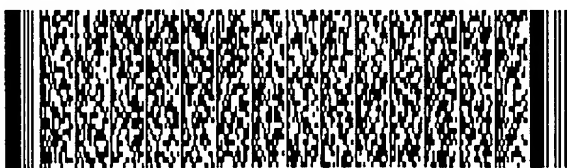


五、發明說明 (15)

看出，隨著反覆修正次數的增加，物體會變得更為清晰，背景則變得模糊，字的邊緣越佳可辨識。

綜合以上之發明詳細說明，即可清楚看出本發明所提供具有改良的高解析度邏輯並重建高解析度影像之方法，應用預測的初期插補技術、自動化的影像選擇、健全的影像套合，可藉由關於靜態景象之序列影像快速重建高解析度影像，亦可藉由關於動態物體之序列影像快速重建高解析度影像。重建好的高解析度影像，進一步可再施以影像品質提昇的後處理。明顯地，本發明所提供之高解析度影像重建方法極具新穎性及進步性，完全符合專利申請要件，爰依專利法提出申請，懇請詳查並賜准本案專利，以保障發明人之權益。

藉由以上較佳具體實施例之詳述，係希望能更加清楚描述本發明之特徵與精神，而並非以上述所揭露的較佳具體實施例來對本發明之範疇加以限制。相反地，其目的是希望能涵蓋各種改變及具相等性的安排於本發明所欲申請之專利範圍的範疇內。



圖式簡單說明

五、圖式簡單說明

第一圖係揭示根據本發明之方法流程。

第二A圖及第二B圖係繪示藉由三次項插補技術計算像素P之值。

第三圖係揭示藉由量測原始影像與從低解析度序列重建的影像之間訊號雜訊比峰值，評估運用不同次項插補技術隨後對高解析度演算邏輯的效能結果。

第四A圖係繪示利用局部匹配的技術進行影像套合處理。

第四B圖係繪示利用整體匹配的技術進行影像套合處理。

第五A圖至第五D圖係揭示根據本發明之方法重建高解析度影像之一案例。

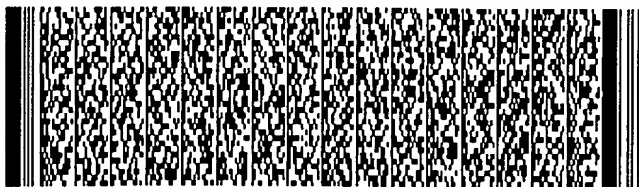
第六A圖至第六D圖係揭示根據本發明之方法重建高解析度影像之一案例。

第七圖係揭示第六A圖至第六D圖之案例其輸出影像的PSNR值隨著反覆修正次數的增加快速收斂的結果。

第八A圖至第八D圖係揭示根據本發明之方法重建高解析度影像之一案例。

六、圖式標號說明

S10~S24：流程步驟



六、申請專利範圍

1、一種影像處理方法，該方法係利用M張低解析度(Low-resolution)的第一影像用以產生一高解析度(Enhanced-resolution)影像，該M張第一影像皆係關於一景象，該M張第一影像之每一影像係由一組均勻取樣並量子化的像素(Pixel)所代表，該高解析度影像與該M張第一影像之間存有一放大參數(Magnification factor)之關係，該方法包含下列步驟：

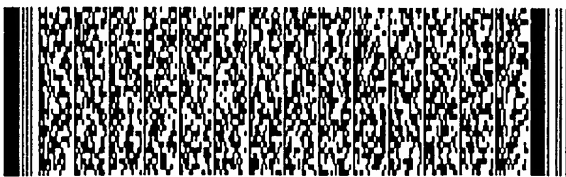
(a)儲存該M張第一影像；

(b)從該M張第一影像中選取一張影像做為一雛形影像(Prototype image)，該(M-1)張未被選作雛形影像的第一影像歸為(M-1)張第二影像；

(c)基於該放大參數，對該雛形影像插入額外的像素，並且根據每一額外像素之鄰近像素之值推算出每一額外像素之值，進而產生一經插補的(Interpolated)雛形影像，並且計算出該(M-1)張第二影像分別與該經插補的雛形影像之間存有的二維平移量(Translation)；

(d)將該(M-1)張第二影像與該經插補的雛形影像之間存有的二維平移量分別除以該放大參數並求得餘數組，並將被算出相同餘數組之第二影像經一準則從中選取一張第二影像與其他被算出不同餘數組之第二影像歸為N張第三影像，其中N等於或小於(M-1)；

(e)根據該N張第三影像與該經插補的雛形影像存有之個別的二維平移量對該經插補的雛形影像經縮小取樣(Down-sampling)，進而產生N張第四影像，該N張第四影



六、申請專利範圍

像中每一張第四影像係對應該N張第三影像中之一張第三影像；

(f) 計算該N張第三影像中每一張第三影像與其對應之第四影像之差；

(g) 根據該N張第三影像與其對應之第四影像之差的平均值修正該離形影像之像素的值；

(h) 重複步驟(e)至步驟(g)，直至該經插補的離形影像之像素的值收斂至一符合要求的結果，該像素值收斂至符合要求結果的離形影像即為該高解析度影像。

2、如申請專利範圍第1項所述之影像處理方法，其中步驟(e)係根據下列公式執行：

$$g_k^{(n)} = (T_k(f^{(n)}) \cdot h) \downarrow s,$$

$g_k^{(n)}$ 為第n次縮小取樣之第k張第四影像， $f^{(n)}$ 為經第n次處理的離形影像，h為由點擴散函數

(Point-spread-function)所定義的模糊化(Blurring)運

算元， T_k 為根據第k張第三影像與該經插補的離形影像存有之二維平移量所做的轉換(Transformation)運算元， $\downarrow s$ 為縮小取樣運算元。

3、如申請專利範圍第2項所述之影像處理方法，其中步驟(f)及步驟(g)係根據下列公式執行：



六、申請專利範圍

$$f^{(n+1)} = f^{(n)} + \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K T_k^{-1} (((g_k - g_k^{(n)}) \uparrow s) p)$$

$f^{(n)}$ 為經第 n 次修正後之離形影像， K 為計算與第四影像差值之第三影像的總張數， g_k 為第 k 張第三影像， p 為去模糊化運算元(De-blurring)， T_k^{-1} 為根據第 k 張第三影像與該經插補的離形影像存有之二維平移量所做的反轉換運算元， $\uparrow s$ 為放大取樣(Up-sampling)運算元。

4、如申請專利範圍第3項所述之影像處理方法，其中於步驟(c)中，該離形影像之每一額外像素的值係根據鄰近像素的值依照由一次項插補技術(First order interpolation)、三次項插補技術(Third order interpolation)及五次項插補技術(Fifth order interpolation)組成一群組當中選取一插補技術做推算。

5、如申請專利範圍第4項所述之影像處理方法，其中步驟(c)中第 i 張第二影像與該經插補的離形影像之間的二維平移量(LT_i)係依照下列步驟計算：

(c-1)於第 i 張第二影像上指定至少一關注點(Interesting point, $P_i(x, y)$)，每一關注點係對應一局部視窗區(Local Window, ω)並且對應至該經插補的離形



六、申請專利範圍

影像上之一對應點 (u, v) ；

(c-2) 根據下列公式，計算出每一關注點 $P_i(x, y)$ 與其對應點 (u, v) 間之絕對差值 $(LAD_i(x, y; u, v))$ ：

$$LAD_i(x, y; u, v) = \sum_{(m, n) \in w} |I_i(x+m, y+n) - I_o(u+m, v+n)|$$
；

(c-3) 根據下列公式，計算出步驟(c-2)中之絕對差值 $(LAD_i(x, y; u, v))$ 之極小值 $(LR_i(x, y))$ ：

$$LR_i(x, y) = \arg \min_{(u, v)} LAD_i(x, y; u, v)$$
；

(c-4) 根據下列公式，計算出關於每一關注點 $P_i(x, y)$ 之二維平移量：

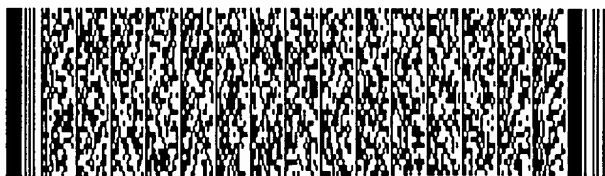
$$LT_i(x, y) = LR_i(x, y) - (x, y) \cdot \text{放大參數}。$$

6、如申請專利範圍第4項所述之影像處理方法，其中步驟(c)中第 i 張第二影像與該經插補的雛形影像之間的二維平移量 (LT_i) 係依照下列步驟計算：

(c-1) 根據下列公式，計算出第 i 張第二影像整體影像內之絕對差值 $(GAD(u, v))$ ：

$$GAD_i(u, v) = \sum_{(x, y) \in i} |I_i(x, y) - I_o(u+x, v+y)|$$
，

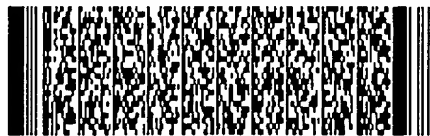
(u, v) 為第 i 張第二影像之一起始點對應至該經插補的雛形影像之一對應位置點；



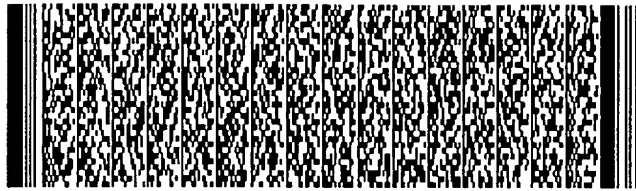
六、申請專利範圍

(c-2) 根據下列公式，計算出步驟(c-1)中之絕對差值
($GAD(u, v)$) 之極小值($GR(i)$)：

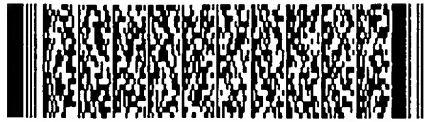
$$GR(i) = \underset{(u, v)}{\operatorname{argmin}} GAD_i(u, v), \text{ 並且 } GR(i) \text{ 即為 } LT_i。$$



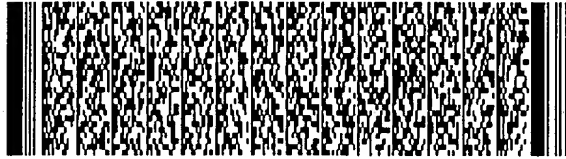
第 1/26 頁



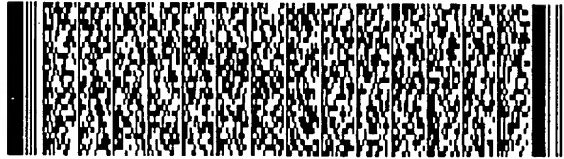
第 2/26 頁



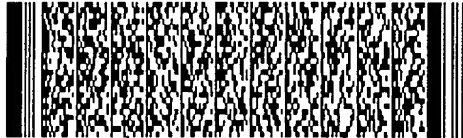
第 3/26 頁



第 3/26 頁



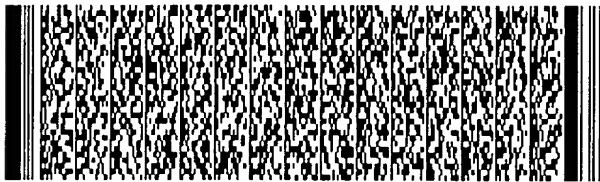
第 4/26 頁



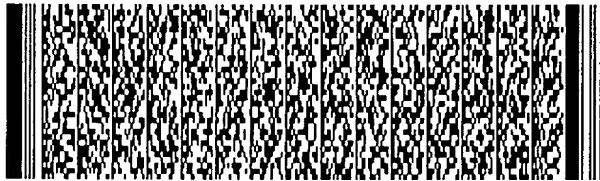
第 5/26 頁



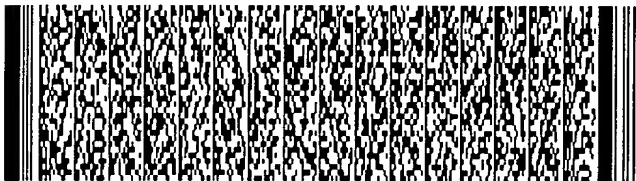
第 6/26 頁



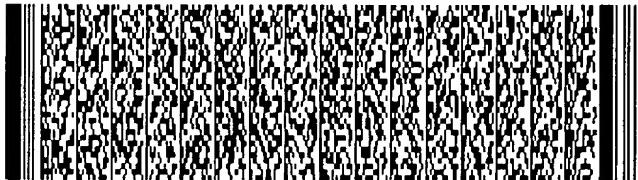
第 6/26 頁



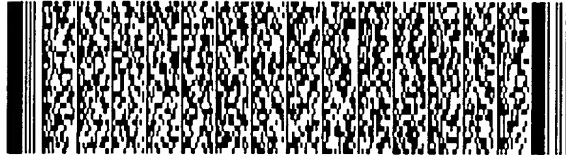
第 7/26 頁



第 7/26 頁



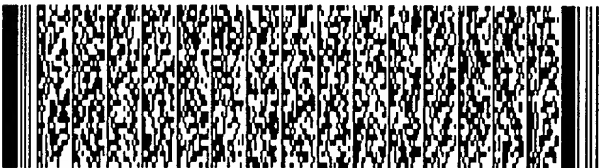
第 8/26 頁



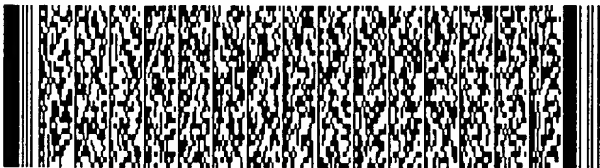
第 8/26 頁



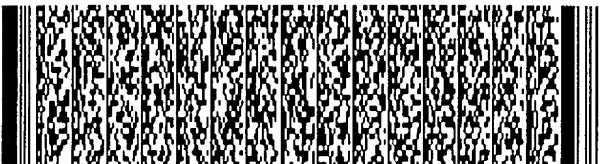
第 9/26 頁



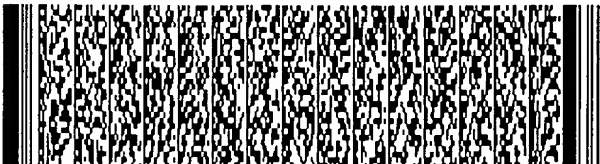
第 9/26 頁



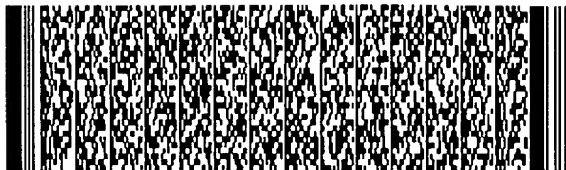
第 10/26 頁



第 10/26 頁



第 11/26 頁



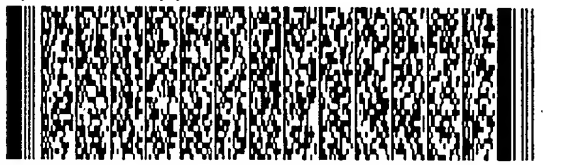
第 11/26 頁



第 12/26 頁



第 12/26 頁



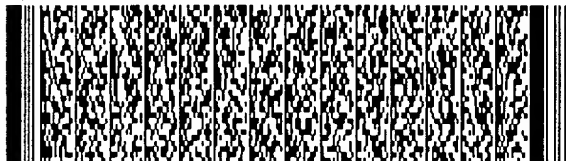
第 13/26 頁



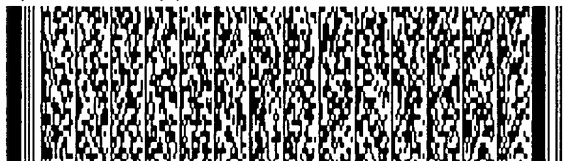
第 13/26 頁



第 14/26 頁



第 14/26 頁



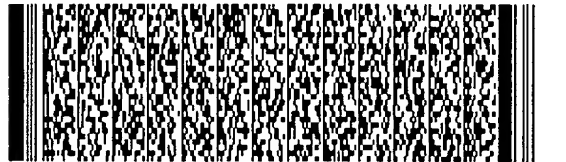
第 15/26 頁



第 15/26 頁



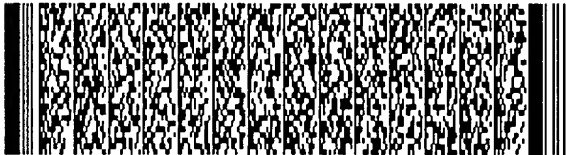
第 16/26 頁



第 16/26 頁



第 17/26 頁



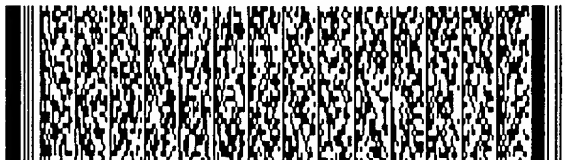
第 17/26 頁



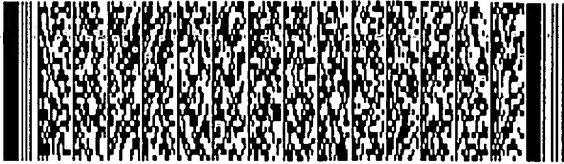
第 18/26 頁



第 19/26 頁



第 19/26 頁



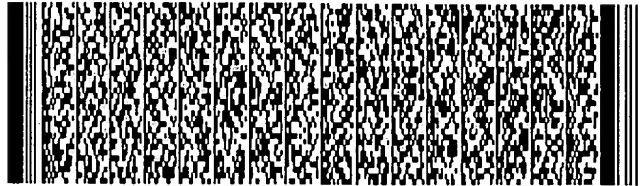
第 20/26 頁



第 20/26 頁



第 21/26 頁



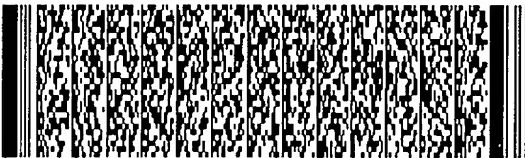
第 22/26 頁



第 22/26 頁



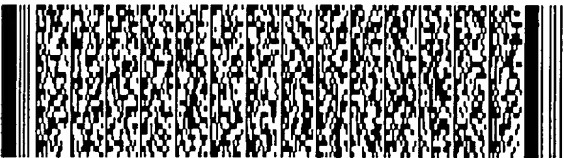
第 23/26 頁



第 23/26 頁



第 24/26 頁



第 24/26 頁

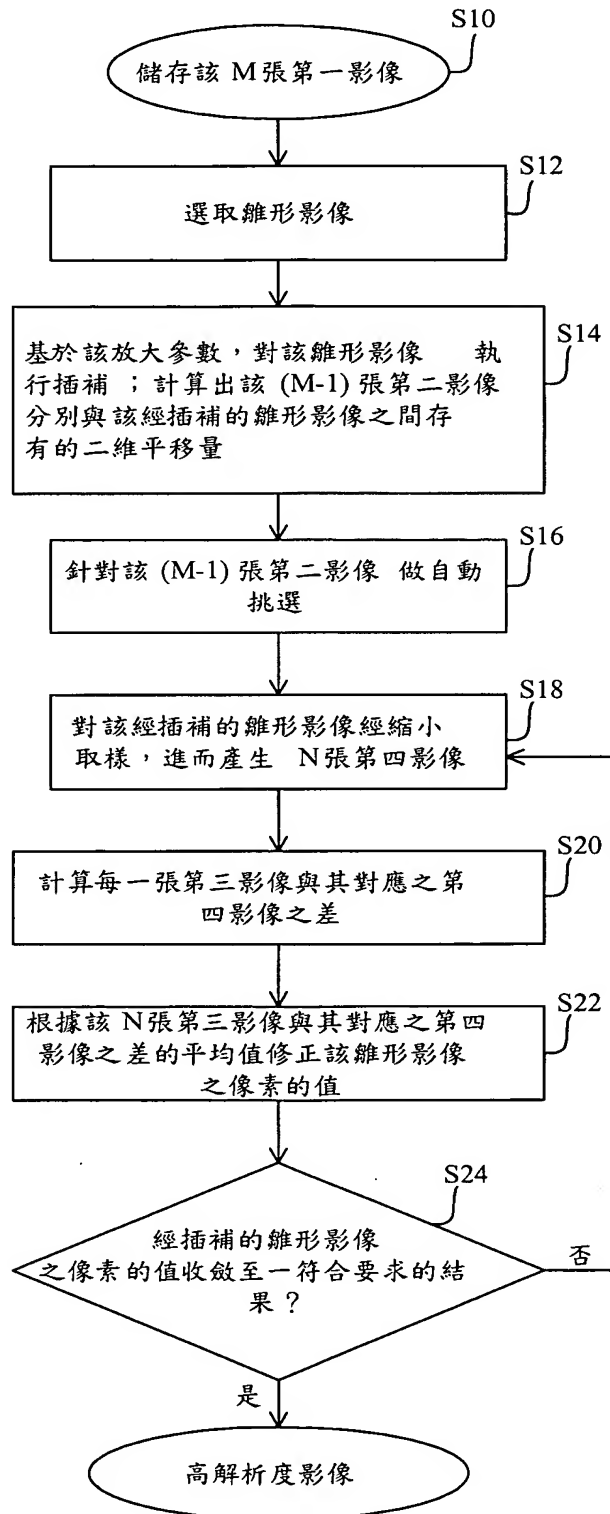


第 25/26 頁

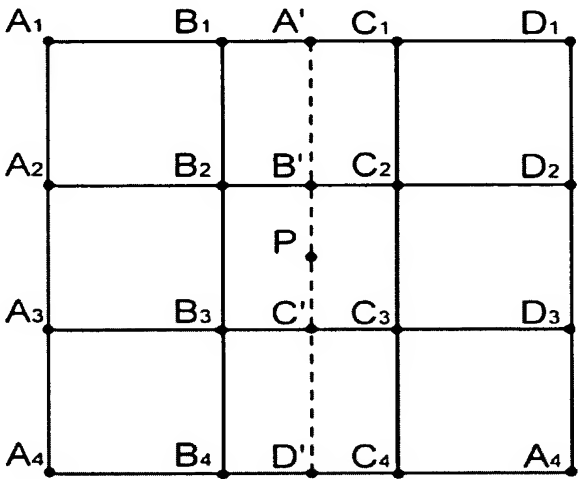


第 26/26 頁

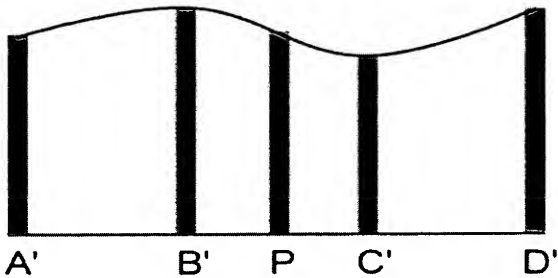




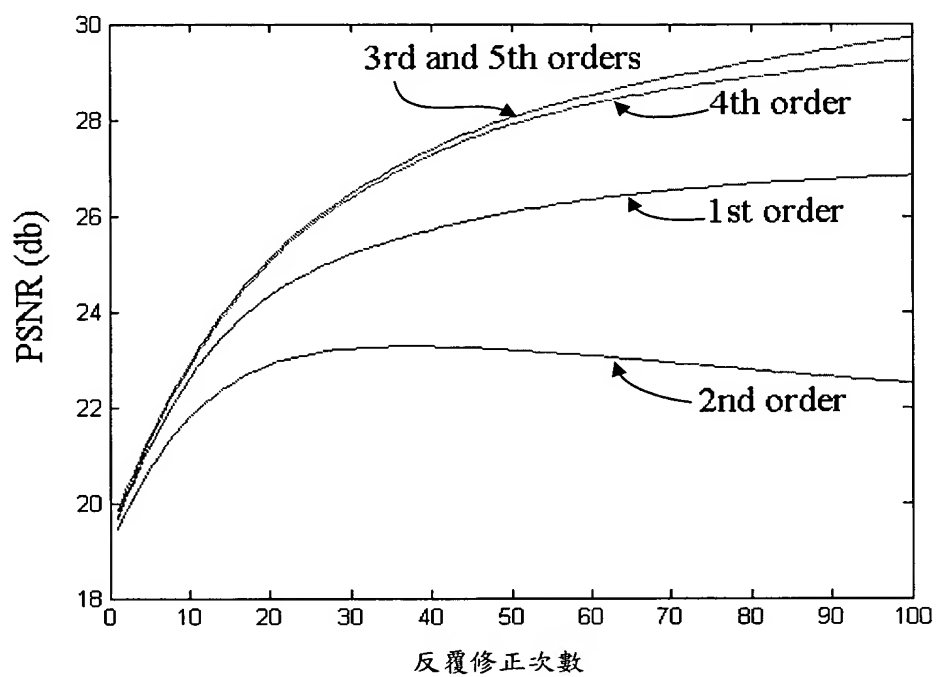
第一圖



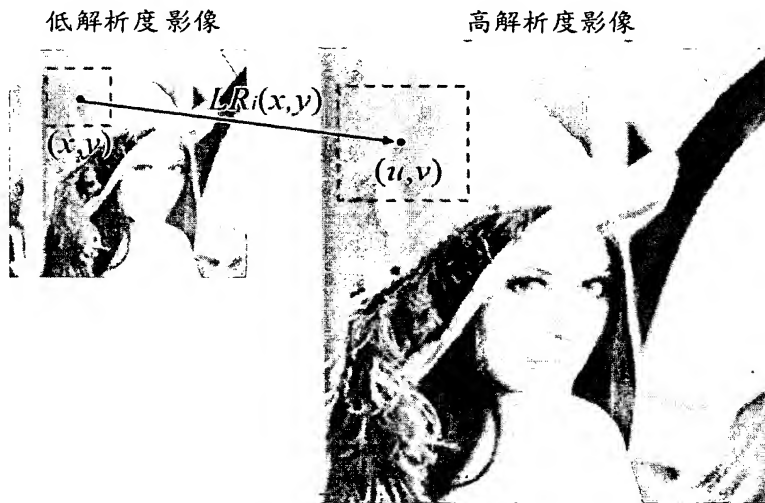
第二A圖



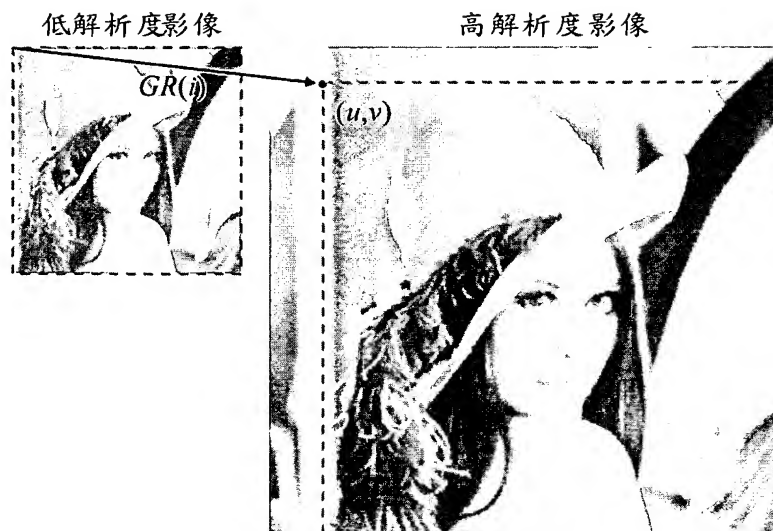
第二B圖



第三圖



第四A圖



第四B圖



第五 A 圖



第五 B 圖



第五 C 圖



第五 D 圖



第六A圖



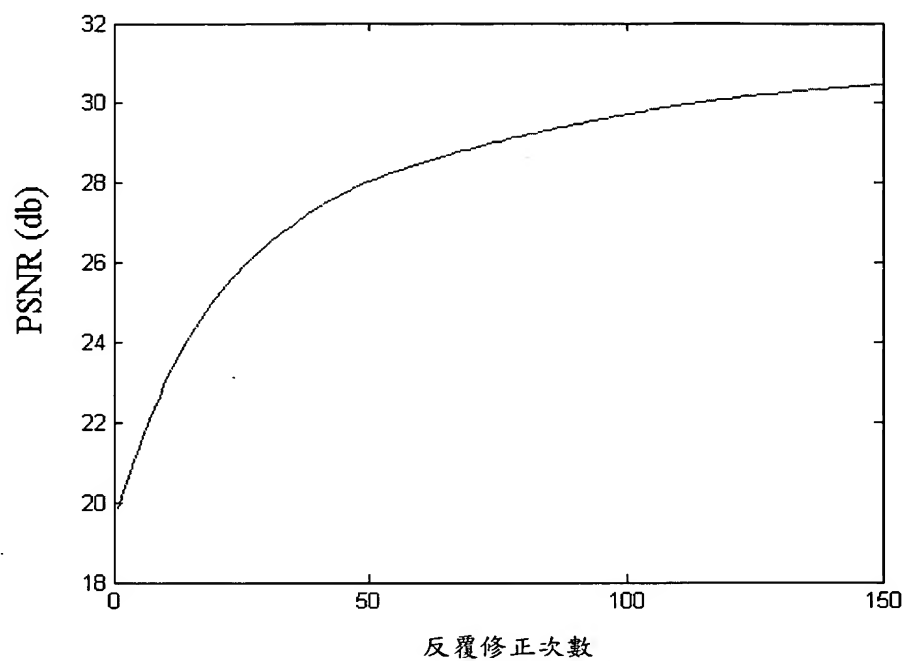
第六B圖



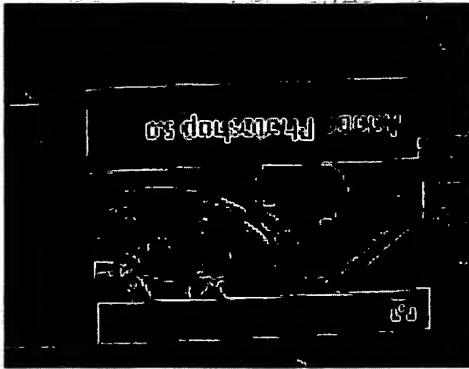
第六C圖



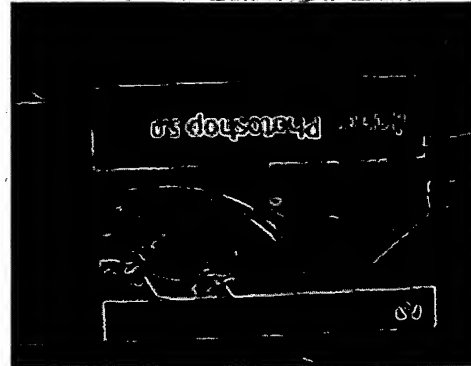
第六D圖



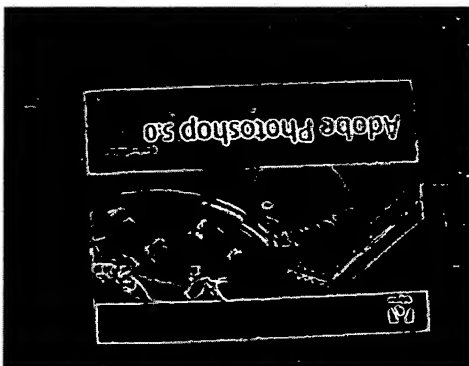
第七圖



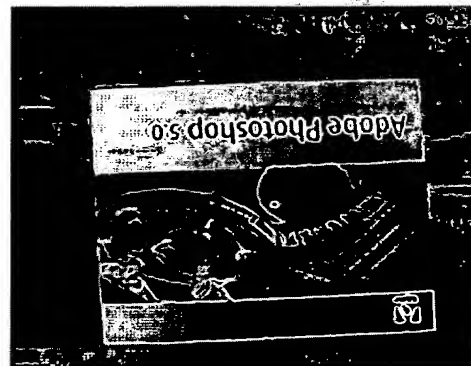
第八 A 圖



第八 B 圖



第八 C 圖



第八 D 圖